

## Tata cara pemasangan dan pembacaan sel tekanan total pneumatik





© BSN 2012

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

**BSN**  
Gd. Manggala Wanabakti  
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.  
Telp. +6221-5747043  
Fax. +6221-5747045  
Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)  
[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta



## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Acuan normatif .....	1
3 Istilah dan definisi .....	1
4 Kegunaan dan keunggulan .....	2
4.1 Kegunaan .....	2
4.2 Keunggulan .....	2
5 Peralatandan persyaratan.....	2
5.1 Peralatan .....	2
5.2 Persyaratan .....	4
5.3 Kalibrasi.....	4
6 Pemasangan sel tekanan total pneumatik .....	4
6.1 Persiapan .....	4
6.2 Pemasangan sel tekanan total pneumatik pada timbunan.....	5
6.3 Pemasangan sel tekanan total pneumatik pada struktur bangunan.....	6
6.4 Data pendukung .....	7
7.1 Pembacaan .....	7
7.2 Jadwal pembacaan .....	8
8 Pengumpulan data .....	9
9 Laporan.....	9
Lampiran A Bagan alir .....	11
Lampiran B Gambar dan tabel.....	13
Lampiran C Tabel daftar deviasi teknis dan penjelasannya .....	20
Bibliografi .....	21



## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) ini merupakan revisi dan penyempurnaan SNI 03-6374-2000 tentang 'Tata cara pemasangan dan pembacaan sel tekanan total pneumatik'. Sejalan dengan adanya perubahan peraturan dan perkembangan teknologi

Perubahan-perubahan dari SNI 03-6374-2000, meliputi perubahan judul, perubahan format, *lay out* SNI, pendahuluan, penambahan ruang lingkup dan bagan alir serta penulisan telah disusun sesuai dengan PSN 08: 2007.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Teknik Sipil pada Subpanitia Teknis 91-01-S1 Bidang Sumber Daya Air melalui Gugus Kerja Pendayagunaan Sumber Daya Air Bidang Bahan dan Geoteknik. Standar ini telah dibahas pada forum rapat Konsensus pada tanggal 8 Oktober 2009 dengan melibatkan beberapa pakar, instansi /lembaga terkait dan nara sumber.





## Pendahuluan

Untuk memantau kestabilan/keamanan bendungan atau bangunan teknik sipil perlu dipasang beberapa macam peralatan/instrumentasi antara lain pisometer, alat pengukur penurunan, sel tekanan total, inklinometer, seismograf dan lain sebagainya. Peralatan sel tekanan total pneumatik berupa peralatan fabrikasi yang digunakan untuk mengukur nilai tekanan total suatu fondasi maupun tubuh bendungan urugan tanah selama pelaksanaan, uji coba maupun operasional.

Penjelasan tentang pemasangan dan pembacaan alat ini umumnya telah disertakan dalam buku petunjuk pada setiap peralatan yang dijual, seperti peralatan atau barang pabrikan lainnya.

Peralatan ini memerlukan dana yang lebih besar dari dana peralatan lainnya sehingga tidak dipasang pada setiap bendungan. Peralatan instrumen jenis lainnya seperti pisometer pipa tegak, pisometer hidrolik sering dipilih untuk dipasang pada sebagian bendungan lainnya.

Dalam tahap perencanaan bendungan, telah digunakan nilai tekanan total akibat berat sendiri material di atasnya termasuk tekanan yang timbul akibat penyebaran tegangan dari material di atasnya secara analisis sebagai data perhitungan penurunan bendungan dan daya dukung lapisan fondasi. Nilai tekanan total yang diperoleh secara analisis yang digunakan sebagai nilai batas untuk memonitor keamanan tubuh bendungan, baik pada saat pelaksanaan pembangunan, pengisian air waduk maupun selama bendungan ini berfungsi.

Pada periode aplikasi instrumen pada pembangunan bendungan yang mulai pada era tahun 1980-an, sudah cukup banyak peralatan instrumen geoteknik seperti pisometer, inklinometer, alat pengukur penurunan digunakan yang antara lain di bendungan Wadaslintang Jawa Tengah, Way Rarem di Lampung, Cirata di Jawa Barat, Kedung Ombo di Jawa Tengah dan Tiu Kulit, Mamak di Nusa Tenggara Barat.

Mengingat peralatan instrumentasi geoteknik yang berupa sel tekanan total pneumatik ini sangat bermanfaat bagi evaluasi keamanan tubuh bendungan, maka tata cara pemasangan dan pembacaan sel tekanan total pneumatik tentu akan sangat diperlukan sebagai petunjuk dan pegangan bagi teknisi geoteknik, pihak perencana, pengelola dan pihak lainnya yang terkait dalam pembangunan bendungan dan bangunan teknik sipil lainnya.



## Tata cara pemasangan dan pembacaan sel tekanan total pneumatik

### 1 Ruang lingkup

Standar pemasangan dan pembacaan sel tekanan total pneumatik ini mencakup pemasangan sel tekanan total pneumatik baik yang dilaksanakan pada lapisan fondasi maupun pada timbunan tanah dengan melaksanakan pembuatan lubang dan paritan lebih dulu.

Standar ini menetapkan tata cara pemasangan dan pembacaan sel tekanan total pneumatik untuk memperoleh nilai tekanan total yang akurat dari suatu fondasi atau tubuh bendungan maupun bangunan teknik sipil lainnya.

Standar ini juga menguraikan cara dan jadwal pembacaan mulai saat pelaksanaan, uji coba dan operasional bangunan/bendungan, sehingga keamanan/kestabilan bendungan dapat dipantau secara efektif.

Selain hal di atas, tata cara ini juga menguraikan keuntungan dan ketentuan dari peralatan unit sel tekanan total pneumatik.

### 2 Acuan normatif

SNI 1742, *Cara uji kepadatan ringan untuk tanah.*

SNI 1743, *Cara uji kepadatan berat untuk tanah.*

### 3 Istilah dan definisi

Beberapa istilah dan definisi yang berkaitan dengan tata cara ini adalah sebagai berikut:

#### 3.1

##### **alat baca tekanan total pneumatik portabel**

seperangkat alat baca yang mudah dibawa dan cukup ringan yang digunakan dalam pembacaan nilai tekanan total

#### 3.2

##### **ceruk**

lekukan pada permukaan konstruksi beton sebagai tempat pemasangan sel tekanan total pneumatik yang dibobok dengan pahat

#### 3.3

##### **sel tekanan total pneumatik**

sel berbentuk pipih dan bulat yang terbuat dari pelat baja tahan karat yang menggunakan mediator oli dalam sel dan dapat memindahkan tekanan yang ditimbulkan oleh beban timbunan, beban fondasi, tekanan konstruksi dengan arah yang diinginkan ke alat baca tekanan

#### 3.4

##### **transduser tekanan total pneumatik**

suatu unit perangkat elektronik yang dapat mengubah tekanan menjadi angka digital dalam satuan tertentu



## 4 Kegunaan dan keunggulan

### 4.1 Kegunaan

Sel tekanan total pneumatik digunakan untuk mengetahui nilai tekanan total secara statis akibat tekanan tanah, air dan beban konstruksi lainnya seperti pada tubuh bendungan, fondasi bangunan dan tekanan pada tembok penahan tanah. Untuk memperoleh data tersebut maka pada tubuh bendungan perlu dipasang instrumentasi geoteknik berupa sel tekanan total pneumatik seperti dapat dilihat pada Gambar B.1 halaman 13.

Dalam pelaksanaan pengukuran tekanan total ini, digunakan media udara yang dapat meneruskan tekanan yang terjadi pada sel tekanan total pneumatik ke alat baca.

Sistem sel tekanan total pneumatik tidak dapat mengukur suatu tekanan yang diakibatkan tekanan negatif, namun hanya dapat mengukur tekanan positif.

### 4.2 Keunggulan

Beberapa keunggulan dari sel tekanan total pneumatik adalah:

- a) cara pembacaan yang mudah;
- b) respon alat pembacaan yang relatif cepat;
- c) tidak dijumpai masalah pembekuan akibat temperatur yang cukup rendah;
- d) tidak dijumpai masalah akibat beda elevasi penempatan sel dan alat baca;
- e) pelaksanaan sistem pembacaan yang terpusat;
- f) dapat diperoleh tekanan dari segala arah.

## 5 Persyaratan dan peralatan

### 5.1 Persyaratan

Tata cara pemasangan dan pembacaan sel tekanan total pneumatik memiliki persyaratan antara lain adalah:

- a) Selang sel tekanan total harus ditempatkan pada lapisan dari cabang paritan dan paritan utama. Keberhasilan seluruh uji coba dari pengukuran tekanan total ini harus dilaksanakan sebelum penghamparan dan pemadatan material di atas selang sel tekanan total.
- b) Alas lapisan galian cabang paritan dan paritan utama harus memiliki lapisan setebal 10 cm yang telah dipadatkan kembali dengan kepadatan yang sama dengan kepadatan timbunan sekitarnya. Ketebalan minimum material timbunan yang dihamparkan dan selanjutnya dipadatkan kembali di atas selang sel tekanan total adalah setebal 25 cm.
- c) Kegiatan pemadatan yang dilaksanakan pada saat pemadatan harus memperhatikan dan mempertimbangkan keutuhan selang sel tekanan total sehingga tidak terjadi kerusakan pada selang sel total tekanan akibat pengaruh pemadatan.
- d) Penimbunan kembali cabang paritan dan paritan utama di atas selang sel tekanan total ini harus dilakukan secara hati-hati.
- e) Pemadatan kembali paritan di sekitar selang sel tekanan total dengan menggunakan material yang digunakan pada kegiatan timbunan di sekitar paritan ini.
- f) Untuk mengantisipasi terjadinya regangan selang sel tekanan total akibat penurunan timbunan maka selang diletakkan pada paritan ini secara berbelok-belok (zig-zag).
- g) Sebelum pelaksanaan pemasangan unit sel tekanan total pneumatik, setiap sel tekanan total pneumatik harus dikalibrasi terlebih dahulu untuk memperoleh dan



membandingkan nilai faktor kalibrasi dari pabrik pembuat dan kondisi di lapangan apakah ada perbedaan akibat pengaruh pengiriman dari negara asal pabrik.

## 5.2 Peralatan

Unit sel tekanan total pneumatik terdiri dari sel tekanan, transduser tekanan total pneumatik, slang, terminal slang, alat baca tekanan total pneumatik portabel, panel terminal, pipa pengaman dan bahan pengisi.

- a) Sel tekanan total pneumatik (lihat Gambar B.2 halaman 13) terdiri dari dua buah pelat baja tahan karat yang dilas tepinya sehingga menjadi satu. Ruangan yang berada diantara pelat diisi dengan oli yang bebas udara. Cairan oli yang berada dalam sel ini akan menimbulkan aksi akibat tekanan luar dan menekan karet diafragma yang melengkapi transduser tekanan. Diafragma karet melendut dan menutup lubang ventilasi pada sel tekanan total pneumatik. Selanjutnya tekanan pneumatik dari slang udara memberi reaksi pada alat baca, diafragma kembali seperti semula. Sejumlah tekanan diperlukan untuk digunakan oleh tekanan total statis dalam sel. Sisa tekanan yang berada pada sistem selang dikeluarkan melalui ventilasi udara.
- b) Transduser tekanan total pneumatik dilengkapi diafragma karet yang memiliki kekuatan pegas relatif kecil yang dapat diabaikan. Transduser ini memerlukan aliran udara yang konstan dan dipertahankan selama pembacaan. Jenis transduser ini menggunakan sistem keseimbangan yaitu pada saat tekanan yang bekerja dalam sistem sel memiliki tekanan masuk dan tekanan keluar sama maka tekanan yang dibaca pada alat baca adalah tekanan total yang terjadi di lapangan.
- c) Slang yang berisi udara menghubungkan sel tekanan total pneumatik ke unit alat baca.
- d) Unit terminal slang digunakan sebagai terminal dari pembacaan sel tekanan total pneumatik.
- e) Alat baca tekanan pneumatik portabel digunakan untuk mengukur pembacaan tekanan dari sel tekanan total pneumatik (lihat Gambar B.3 halaman 14).
- f) Panel terminal adalah salah satu panel yang menyambungkan slang dari sel tekanan total pneumatik dengan alat baca. Rangkaian alat baca dengan panel terminal secara lengkap dapat dilihat pada Gambar B.3 halaman 14.
- g) Pipa pengaman dan pengumpul selama pemasangan selang sel tekanan total terdiri dari pipa besi berdiameter 45 cm dan tinggi 1,5 m, memiliki celah berukuran 2,5 cm dimulai dari atas hingga bawah untuk memberikan tempat jalur slang sel tekanan total pneumatik menuju sulingan slang. Pipa ini digunakan untuk mengamankan selang sel tekanan total pneumatik akibat gangguan/pengaruh peralatan pemadatan pada saat pelaksanaan penimbunan. Lihat Gambar B.6 pada halaman 16.
- h) Bahan pengisi paritan dan lubang galian terdiri dari bahan timbunan yang digunakan untuk pemasangan sel tekanan total dan slang sesuai dengan bahan timbunan disekitarnya serta bahan pasir halus.
- i) Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan dan penggunaan sel tekanan total pneumatik adalah:
  - masih diperlukan pemasangan unit pisometer di sekitar sel tekanan total pneumatik untuk mengetahui nilai tekanan air pori yang terjadi sehingga tekanan efektif akan diketahui;
  - kenyataannya sulit untuk mengukur tekanan tanah yang cukup mewakili dalam suatu timbunan karena penggalian paritan dan pengisian kembali di sekitar peralatan ini akan berbeda kepadatannya;
  - meskipun pemasangan sel tekanan total pneumatik dan pemadatan cukup baik, namun tanah di sekitar sel tekanan total pneumatik ini memiliki kepadatan yang



berlainan dengan timbunan disekitarnya. Karena itu tekanan yang diukur di sekitar timbunan tidak akan mewakili secara sempurna. Namun demikian struktur beton dan dinding penahan tanah lainnya memerlukan analisis daya dukung dan stabilitas yang akurat maka data tekanan total akibat tekanan dan beban dari tanah masih diperlukan sehingga sel tekanan total pneumatik masih perlu dipasang pada bidang dari suatu struktur tersebut.

### 5.3 Kalibrasi

Sel tekanan total pneumatik memiliki sifat yang cukup sensitif mudah mengalami kerusakan akibat pengiriman yang tidak baik dari negara asal pabrik, demikian juga hasil pembacaan akan dipengaruhi oleh temperatur sekeliling tempat pemasangan sel tekanan total pneumatik. Untuk mengatasi permasalahan yang dapat terjadi terhadap sel tekanan total pneumatik ini maka pelaksanaan kalibrasi/ pembacaan awal mutlak untuk dilakukan pada saat sel tekanan total pneumatik diterima oleh pihak pemesan. Dengan demikian maka setiap sel tekanan total pneumatik akan diketahui persamaan maupun perbedaan antara kalibrasi yang dilakukan oleh pabrik pembuat dengan hasil kalibrasi dari pembacaan awal.

## 6 Pemasangan sel tekanan total pneumatik

### 6.1 Persiapan

Untuk mengetahui nilai tekanan total akibat tekanan timbunan tanah maupun beban dari bangunan, perlu dipasang unit peralatan sel tekanan total pneumatik dalam struktur bendungan.

Untuk memperoleh hasil pelaksanaan pemasangan sel tekanan total pneumatik dengan baik dan berhasil, maka beberapa kegiatan harus dilakukan terlebih dahulu yang antara lain adalah:

- a) Siapkan tim pelaksana pemasangan.
- b) Siapkan dan pelajari rencana gambar pemasangan sel tekanan total pneumatik.
- c) Siapkan bahan-bahan penunjang pelaksanaan pemasangan sel tekanan total pneumatik seperti pasir halus, bentonit, semen.
- d) Periksa dan siapkan seluruh perlengkapan alat pendukung yang akan digunakan dalam pemasangan peralatan sel tekanan total pneumatik seperti unit alat penggalian pembuatan paritan, unit alat pemadatan lengkap, cangkul, tambang, alat ukur.
- e) Periksa kondisi setiap sel tekanan total pneumatik untuk mengetahui kemungkinan rusaknya unit sel tekanan total pneumatik termasuk alat baca akibat pengiriman dari negara asal pabrik.
- f) Periksa jumlah peralatan sel tekanan total pneumatik termasuk keterangan bukti pengiriman dan kalibrasi setiap sel tekanan total pneumatik dari pabrik pembuat.
- g) Periksa setiap sel tekanan total pneumatik apakah sudah dikalibrasi untuk memperoleh dan membandingkan nilai faktor kalibrasi dari pabrik pembuat dan kondisi di lapangan apakah ada perbedaan akibat pengaruh pengiriman dari negara asal pabrik.
- h) Siapkan perlengkapan alat tulis, formulir pencatatan/pembacaan dan kamera.
- i) Selain kegiatan tersebut di atas juga harus dilakukan orientasi lapangan untuk mengetahui kondisi lapangan terutama untuk persiapan pelaksanaan transportasi alat pemadatan dan alat lainnya.



## 6.2 Pemasangan sel tekanan total pneumatik pada timbunan

Pemasangan sel tekanan total pneumatik pada timbunan biasanya dilakukan bersamaan dengan pelaksanaan pemadatan berlangsung, adapun pemasangannya adalah sebagai berikut:

- a) Tentukan elevasi pemadatan timbunan berada lebih tinggi dari elevasi rencana pemasangan sel tekanan total pneumatik.
- b) Paritan dan lubang galian untuk pemasangan sel tekanan total pneumatik harus digali terlebih dahulu pada permukaan timbunan sebelum pemasangan 1 (satu) set sel tekanan total pneumatik termasuk pemasangan selang baik pada cabang paritan maupun pada paritan utama dilaksanakan.
- c) Buat dan bentuk galian berukuran dasar galian 5,0 m x 3,0 m dengan kedalaman 1,0 m pada timbunan dengan menggunakan peralatan manual seperti cangkul agar kedalaman dan ukuran serta bentuk sesuai dengan gambar perencanaan. Buang material timbunan yang berupa batu maupun benda keras lainnya pada dasar galian dan isi bekas lubang yang dijumpai dengan menggunakan material pasir halus secara hati-hati.
- d) Galian cabang paritan ini harus tegak lurus terhadap paritan utama dengan elevasi dasar galian yang sama.
- e) Timbun dan padatkan kembali dasar lubang galian dan dasar paritan dengan material yang sama dengan material timbunan. Lapisan setebal minimal 10 cm harus dipadatkan dengan mengikuti SNI 1742:2008 atau SNI 1743:2008 tentang cara uji kepadatan ringan atau berat untuk tanah secara hati-hati hingga memiliki kepadatan yang sama dengan kepadatan di sekitarnya.
- f) Tempatkan dan pasang 1 (satu) set yaitu sebanyak 5 (lima) buah sel tekanan total pneumatik pada dasar lubang galian yang sudah disiapkan sesuai posisi dan letak dalam gambar perencanaan yang dapat dilihat pada Gambar B.4 halaman 15, terlampir. Posisi pemasangan sel tekanan total pneumatik adalah sebagai berikut:
  - sel tekanan total pneumatik 1 dipasang ditengah-tengah lubang galian dengan posisi pelat sel mendatar;
  - sel tekanan total pneumatik 2 dan 3 dipasang dikiri dan kanan sel tekanan total pneumatik 1 dengan posisi pelat sel membentuk 45 derajat yang saling berlawanan ke arah udik dan hulu dari bendungan;
  - sel tekanan total pneumatik 4 dan 5 dipasang paling luar dari kumpulan pemasangan sel tekanan total pneumatik dengan pelat sel dipasang vertikal namun salah satu sel tekanan total sejajar dan yang lain tegak luruh arah hilir dan udik tubuh bendungan.

Dengan pemasangan sel tekanan total pneumatik dalam berbagai posisi tersebut di atas maka permasalahan pengaruh dari gaya dukung tanah timbunan dalam posisi secara busur (*arching effect*) akan diketahui. Kondisi tubuh bendungan yang umumnya berada dibagian lereng pangkal tubuh bendungan memerlukan perhatian dan analisis yang khusus bila tekanan tanah horisontal  $\sigma_h = k_o \sigma_v$ , lebih besar dari tekanan tanah vertikal,  $\sigma_v$ .

- g) Atur tata letak selang sel tekanan total pneumatik, kumpulkan dan tempatkan ke dasar galian paritan yang sudah disiapkan.
- h) Hamparkan dan padatkan material yang sama dengan material timbunan disekitar dan diatas sel tekanan total pneumatik dengan baik secara manual sesuai kepadatan yang direncanakan.



- i) Pasang selang sel tekanan total pneumatik pada alas paritan yang telah disiapkan termasuk penimbunan dan pemadatan tanah kembali minimal 10 cm. Untuk mengantisipasi terjadinya regangan selang sel tekanan total akibat penurunan timbunan maka selang diletakkan pada paritan ini secara berbelok-belok (zig-zag). Lihat Gambar B.5 halaman 15.
- j) Sambungkan selang sel tekanan total pneumatik dengan alat baca dalam gardu pembacaan.
- k) Lakukan pembacaan dan pengecekan tekanan sel tekanan total pneumatik.
- l) Agar selama pemasangan selang sel tekanan total tidak terganggu oleh peralatan pemadatan dan kegiatan lainnya maka pelaksanaan pemasangan selang sel tekanan total dapat menggunakan pipa pengaman dan pengumpul selama pemasangan selang sel tekanan total terdiri dari pipa besi berdiameter 45 cm dan tinggi 1,5 m, memiliki celah berukuran 2,5 cm dimulai dari atas hingga bawah. Elevasi alas pipa pengaman dan pengumpul akan disesuaikan dengan kemajuan elevasi pekerjaan pemadatan tanah (lihat Gambar B.6 halaman 16).
- m) Timbun dan padatkan kembali sisa lubang paritan dengan menggunakan bahan timbunan yang sama dengan bahan timbunan sekitarnya.

### 6.3 Pemasangan sel tekanan total pneumatik pada struktur bangunan

Pemasangan sel tekanan total pneumatik pada struktur bangunan sebagai berikut:

- a) Tentukan tempat dan elevasi rencana pemasangan sel tekanan total pneumatik pada struktur bangunan.
- b) Buat ceruk pada titik dan tempat pemasangan sel tekanan total pneumatik. Setiap ceruk dapat dibentuk dengan menggunakan mesin pemahat yang digerakkan oleh aliran udara bertekanan, kemudian dilapisi epoksi. Ceruk tersebut harus cukup luas untuk menampung seluruh bidang sel tekanan total termasuk transduser dan pelat sel tekanan total pneumatik.
- c) Untuk memperoleh permukaan yang rata, tempatkan di atas permukaan ceruk adukan semen yang terdiri dari dua bagian pasir dan satu bagian semen yang bersifat cepat mengeras dan tidak menyusut.
- d) Tempatkan dan alaskan sel tekanan total pneumatik pada permukaan adukan semen dengan menekan sel tekanan total pneumatik dan mendesak keluar adukan semen tersebut sehingga sisa ketebalan sel tekanan total yang masih ada antara  $\frac{1}{4}$  sampai dengan  $\frac{1}{2}$  dari ketebalan sel tekanan total pneumatik.
- e) Pastikan agar selang sel tekanan total pneumatik yang ditanam pada tersebut dalam kondisi yang selalu tetap dan tidak berubah.
- f) Sambungkan selang-selang sel tekanan total pneumatik dengan terminal alat baca dalam gardu pembacaan.
- g) Lakukan pembacaan dan pengecekan tekanan sel tekanan total pneumatik.
- h) Selang sel tekanan total yang dipasang harus cukup kuat untuk mengatasi pergerakan perubahan akibat pemadatan pada timbunan dan mengurangi regangan yang terjadi.
- i) Timbun dan padatkan bahan timbunan di atas sel tekanan total pneumatik dan selang sel tekanan total pneumatik dengan kepadatan yang sama dengan kepadatan timbunan sekitarnya.

Sebagai contoh pemasangan sel tekanan total pneumatik pada struktur bangunan dapat dilihat pada Gambar B.7 halaman 16.



## 6.4 Data pendukung

Untuk melengkapi data pendukung dan dokumentasi pemasangan peralatan sel tekanan total pneumatik yang akan diperlukan bagi hasil pemasangan dan pembacaan sel tekanan total pneumatik maka pada seluruh pemasangan sel tekanan total pneumatik harus dilakukan:

- a) pencatatan waktu, hari, tanggal, bulan dan tahun;
- b) cuaca dan suhu udara;
- c) elevasi pemasangan sel tekanan total pneumatik;
- d) data pembacaan awal;
- e) kondisi lapangan pada saat pemasangan termasuk pengaruh muka air;
- f) bila ada dan kesulitan lainnya;
- g) jenis peralatan pemadatan dan alat lainnya yang digunakan selama pemasangan;
- h) pelaksanaan kegiatan pemasangan sel tekanan total pneumatik;
- i) melakukan pengambilan foto-foto kegiatan pemasangan sel tekanan total pneumatik;
- j) nama pelaksana dan pengawas.

Data pendukung ini merupakan data yang akan melengkapi dan disusun dalam laporan.

## 7 Pembacaan sel tekanan total pneumatik

### 7.1 Pembacaan

Umumnya unit sel tekanan total pneumatik memiliki dua selang, satu buah selang berwarna hitam dan satu buah selang yang tembus pandang. Selang berwarna hitam berfungsi untuk memasukkan udara yang dihubungkan dengan ruangan pemasukkan pada panel penunjuk dan selang tembus pandang berfungsi sebagai selang pengeluaran yang berada di sebelah kiri dan dilengkapi oleh ventilasi dan berhubungan dengan udara luar.

Nilai tekanan total dapat dibaca dengan menggunakan panel terminal yang dilengkapi alat baca atau dengan menggunakan pipa terminal dan unit alat baca yang portabel. Tekanan ditimbulkan oleh gas nitrogen yang memiliki tekanan melalui selang yang terbungkus ke sel tekanan total pneumatik. Tekanan gas nitrogen sama dengan tekanan total yang diakibatkan oleh beban yang bekerja. Bila nilai tekanan total yang ditimbulkan oleh beban yang terjadi sama dengan tekanan yang diberikan oleh tekanan gas dari alat baca yang tercapai dalam sistem sel tekanan total ini maka tekanan gas akan keluar melalui ventilasi udara luar.

Setiap sel tekanan total pneumatik memerlukan aliran gas yang konstan. Pemberian tekanan awal sangat dianjurkan untuk mendapatkan aliran yang memadai. Pembacaan tekanan yang akurat hanya terjadi pada aliran lambat atau pada posisi keseimbangan tercapai. Pada aliran cepat, tekanan akan berubah karena aliran.

Prosedur pembacaan sel tekanan total pneumatik dengan menggunakan unit alat baca seperti pada Gambar B.3 halaman 14 adalah sebagai berikut:

- a) Hubungkan selang sel tekanan total pneumatik dengan alat baca yaitu lubang S dan Q. Pastikan bahwa penyambungan ini cukup rapat, bersih dan kering.
- b) Putar katup "A" ke posisi *EXHAUST* dan buka katup "B" 1-2 kali putaran untuk menghubungkan tekanan udara luar sehingga manometer "G" bertekanan 0.
- c) Tutup katup "B".
- d) Atur katup "A" pada posisi *OFF*.
- e) Atur katup tekanan regulator "C" untuk memperoleh tekanan yang sedikit lebih tinggi dari tekanan yang direncanakan dengan mengontrol manometer "D".



- f) Putar katup "A" ke kiri /posisi *APPLIED PRESSURE*.
- g) Untuk membuka *FLOW CONTROL* putar katup "B" perlahan-lahan hanya 1/4 putaran, dan amati manometer "G" akan naik secara perlahan. Atur dan kontrol katup "B" seperlunya untuk memperpertahankan kenaikan tekanan yang teratur/tetap pada manometer "G". Setelah beberapa saat yang tergantung dari pada panjang selang sel tekanan total pneumatik, penunjuk flow meter "E" akan memberi tanda bahwa gas sudah kembali ke alat baca dengan munculnya bola pelampung. Atur flow control katup "B" untuk mempertahankan aliran yang tetap, bola pelampung memperlihatkan timbulnya garis petunjuk .
- h) Lanjutkan pengaliran gas selama 20 detik sampai 30 detik. Putar katup "A" ke posisi *OFF*.
- i) Baca dan catat tekanan yang tampil pada manometer "G".
- j) Untuk pengecekan nilai tekanan yang diperoleh, ulangi tahapan mulai dari butir d)
- k) Pada ahir pembacaan, tempatkan katup "A" pada posisi *EXHAUST*. Turunkan tekanan manometer "G" ke posisi 0 ( NOL) dengan memutar katup "C" ke arah kiri dan buka katup "B".
- l) Putar kembali katup "A" ke posisi *EXHAUST* untuk mengeluarkan sisa tekanan dalam selang.
- m) Terakhir tempatkan kembali katup "A" ke posisi *OFF*
- n) Lepaskan selang sel tekanan total pneumatik dengan unit alat baca dan tutup kembali lubang-lubang penghubung selang pada alat baca dengan penutupnya

Seluruh hasil pembacaan harus disimpan dalam kabinet /lemari yang tertutup dan bebas dari udara luar berdebu yang selanjutnya siap untuk diproses.

## 7.2 Jadwal pembacaan

Pembacaan awal sel tekanan total pneumatik merupakan data rujukan untuk digunakan dalam hasil pembacaan selanjutnya, sehingga baik data awal sebelum pemasangan dan saat pemasangan dilaksanakan merupakan data yang sangat penting dan harus akurat.

Jadwal pembacaan suatu instrumen sangat tergantung pada kondisi dan keadaan pelaksanaan pembangunan struktur bangunan serta jenis alat instrumentasi. Faktor yang menjadi dasar dalam jadwal pembacaan antara lain kondisi bangunan baik selama pembangunan, setelah pembangunan dan selama bangunan tersebut beroperasi, bahkan untuk kondisi suatu bendungan pada saat pengisian awal air waduk/uji coba tubuh bendungan penting untuk diperoleh datanya.

Jadwal pembacaan dibuat secara tertulis oleh seorang ahli dalam bidangnya sebelum pembangunan, terutama jadwal pembacaan pada saat pembangunan selesai dan pengisian awal air waduk/uji coba tubuh bendungan. Selanjutnya pembacaan harus dilaksanakan secara periodik sesuai Tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1 Jadwal pembacaan sel tekanan total pneumatik**

Tahap Pembangunan	Tahap pengisian waduk	Tahap operasional	
		Tahun pertama	Periodik
Seminggu sekali	Seminggu sekali	Sebulan sekali	Dua bulan sekali



Pada kondisi khusus yang dapat mempengaruhi keamanan bendungan, perlu dilaksanakan pembacaan tambahan selain pembacaan yang sesuai dengan jadwal tersebut di atas untuk memenuhi pembacaan dan dokumen yang lengkap.

Sebagai contoh, seperti penurunan muka air waduk secara cepat, elevasi muka air waduk yang berlebihan, akibat pengaruh gempa, hasil pembacaan yang tidak normal, rembesan yang berlebihan dan sebagainya

Sedangkan jadwal pembacaan sel tekanan total pneumatik untuk bangunan lainnya baik untuk fondasi gedung, tembok penahan tanah, pangkal jembatan dapat ditentukan oleh seorang ahli yang kompeten dan disesuaikan dengan kepentingan dan kegunaan alat tersebut.

## 8 Pengumpulan data

Tekanan total hasil pembacaan yang diperoleh dalam satuan  $\text{kN/m}^2$  seperti contoh pengisian formulir pembacaan sel tekanan total pneumatik dapat dilihat pada Tabel B.1 halaman 18 Lampiran B.

Data yang telah diproses di lapangan agar dikumpulkan dan segera dikirim ke instansi yang berwenang untuk dipelajari dan dibahas bersama.

Dalam pembahasan ini akan dipelajari kegagalan yang telah terjadi sehingga bila dijumpai adanya kesalahan dapat segera dikirim kembali atau diberitahukan kepada proyek.

Hasil seluruh pembacaan sel tekanan total digambarkan pada suatu grafik yang dapat dilihat pada Gambar B.8 halaman 17.

## 9 Laporan

Laporan hasil pemasangan dan pembacaan unit sel tekanan total pneumatik harus mencakup hal-hal sebagai berikut:

- a) Penjelasan maksud dan tujuan pemasangan alat ini termasuk jenis bangunan, lokasi bangunan yang akan diamati.
- b) Jenis peralatan sel tekanan total pneumatik yang digunakan termasuk kapasitas, dimensi dan pabrik pembuat.
- c) Pemasangan sel tekanan total pneumatik, termasuk persiapan pemasangan yaitu pengecekan alat dan pencatatan kondisi dan jenis perlapisan tanah maupun bahan material bangunan.

Dalam pelaksanaan pemasangan perlu dilengkapi:

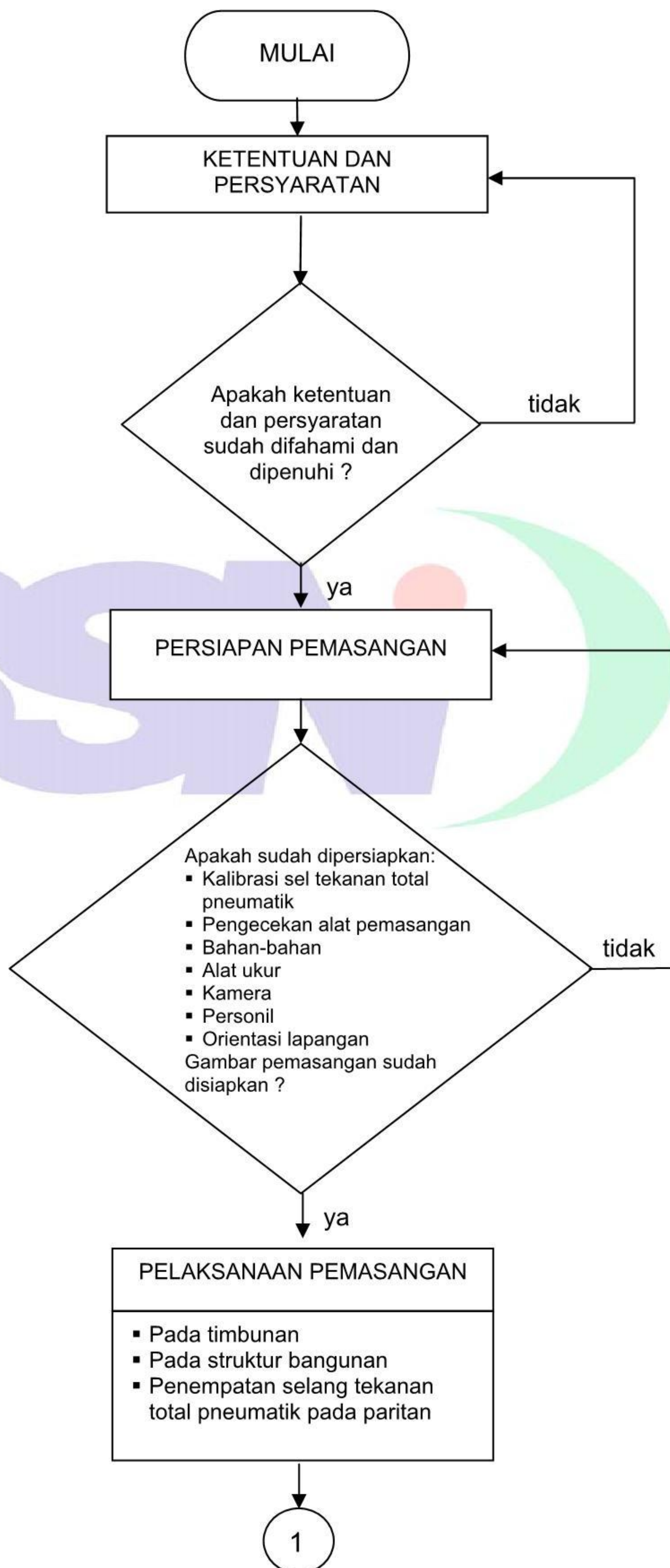
- kondisi cuaca dan temperatur;
  - waktu, tanggal, hari, bulan dan tahun pelaksanaan pemasangan;
  - elevasi pemasangan sel tekanan total pneumatik;
  - pembacaan awal;
  - nama pelaksana dan pengawas;
  - foto-foto kegiatan.
- d) Pembacaan yang dilaksanakan harus mencatat data yang antara lain:
    - kondisi cuaca dan temperatur;
    - data pembacaan awal yang ada;



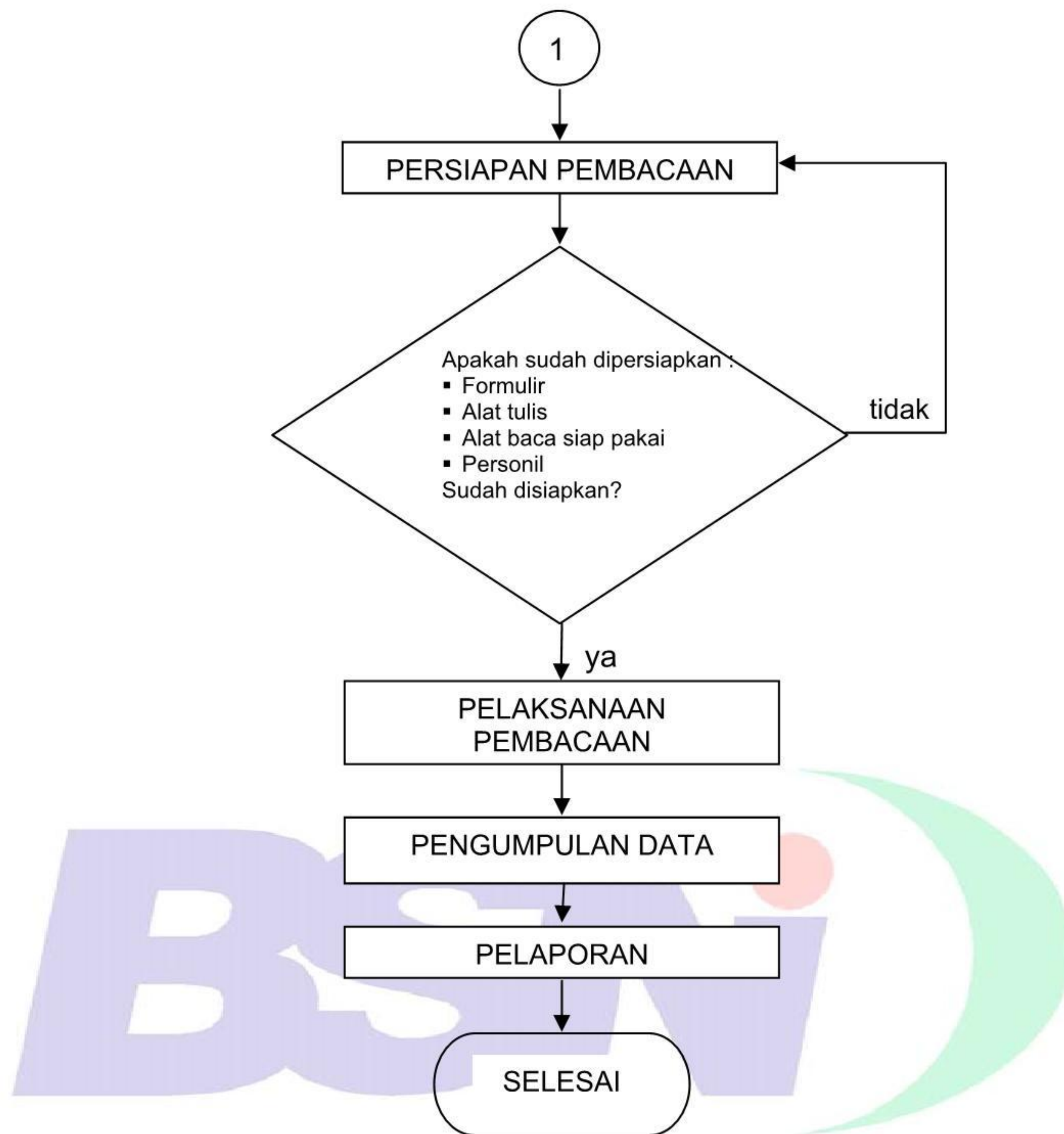
- kondisi khusus dari bangunan tersebut apakah terjadi perubahan/pergerakan bagian bangunan termasuk bocoran;
  - elevasi muka air waduk;
  - waktu, hari, tanggal, bulan dan tahun;
  - proses hasil pembacaan dan pengiriman hasil yang berupa nilai dan grafik tekan total kepada instansi yang berwenang untuk dievaluasi;
  - petugas dan pengawas pelaksanaan pembacaan.
- e) Laporan ini ditandatangani oleh petugas dari instansi yang berwenang.





**Lampiran A**  
(normatif)**Bagan alir tata cara pemasangan dan pembacaan sel tekanan total pneumatik**



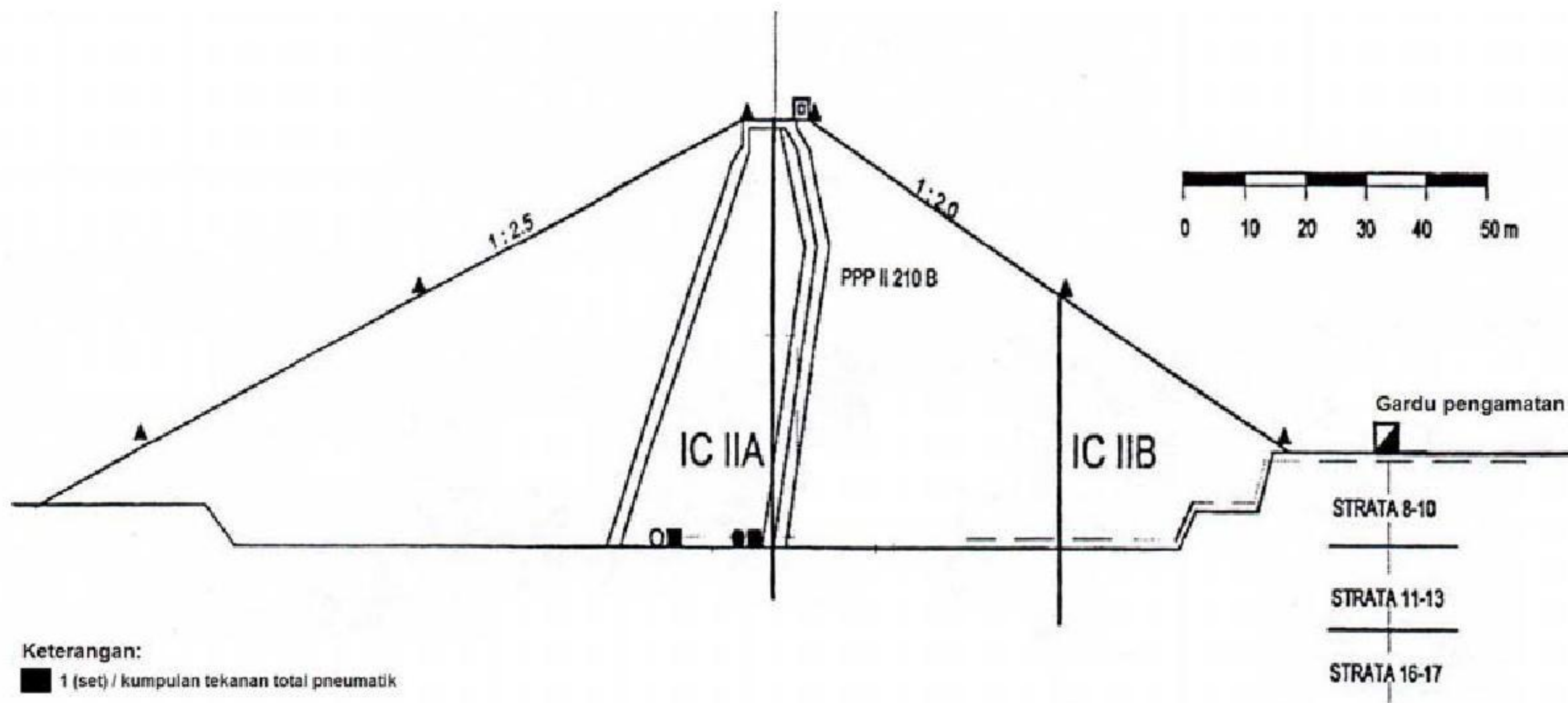


Gambar A.1 - Bagan alir tata cara pemasangan dan pemantauan sel tekanan total pneumatik



## Lampiran B (informatif)

### Gambar dan tabel

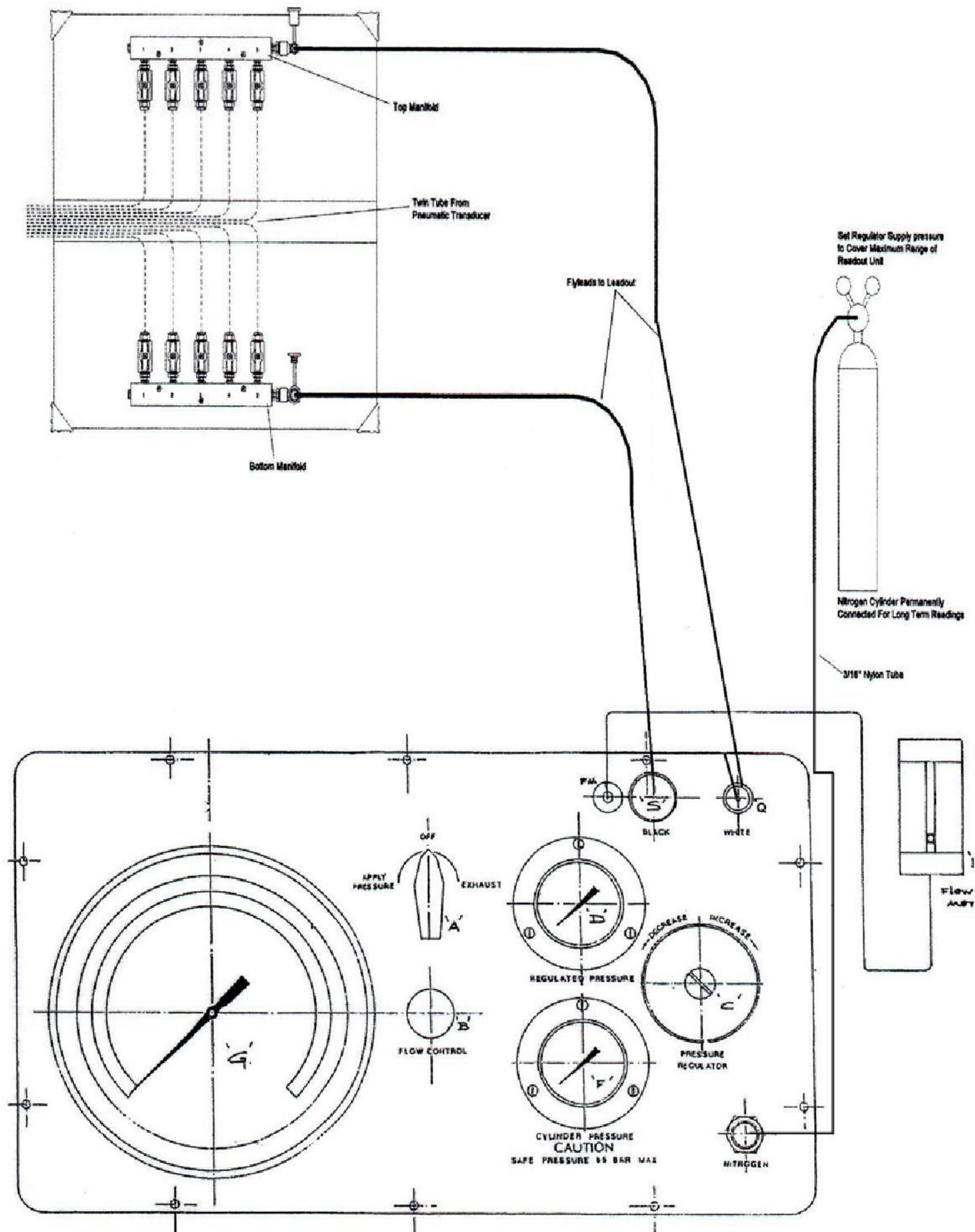


Gambar B.1 – Contoh penempatan kumpulan sel tekanan total pneumatik pada instrumen bendungan



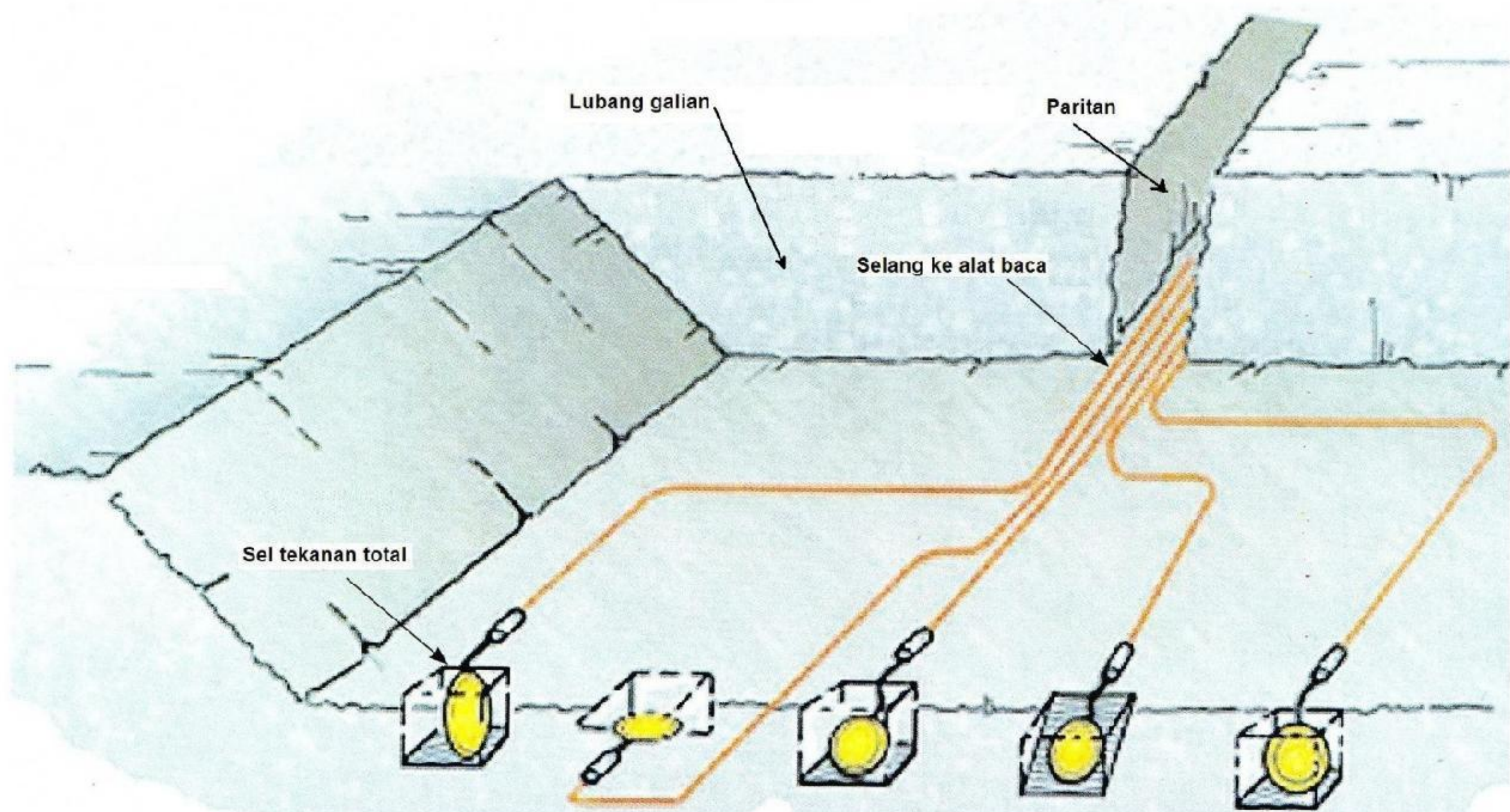
Gambar B.2 - Sel tekanan total pneumatik



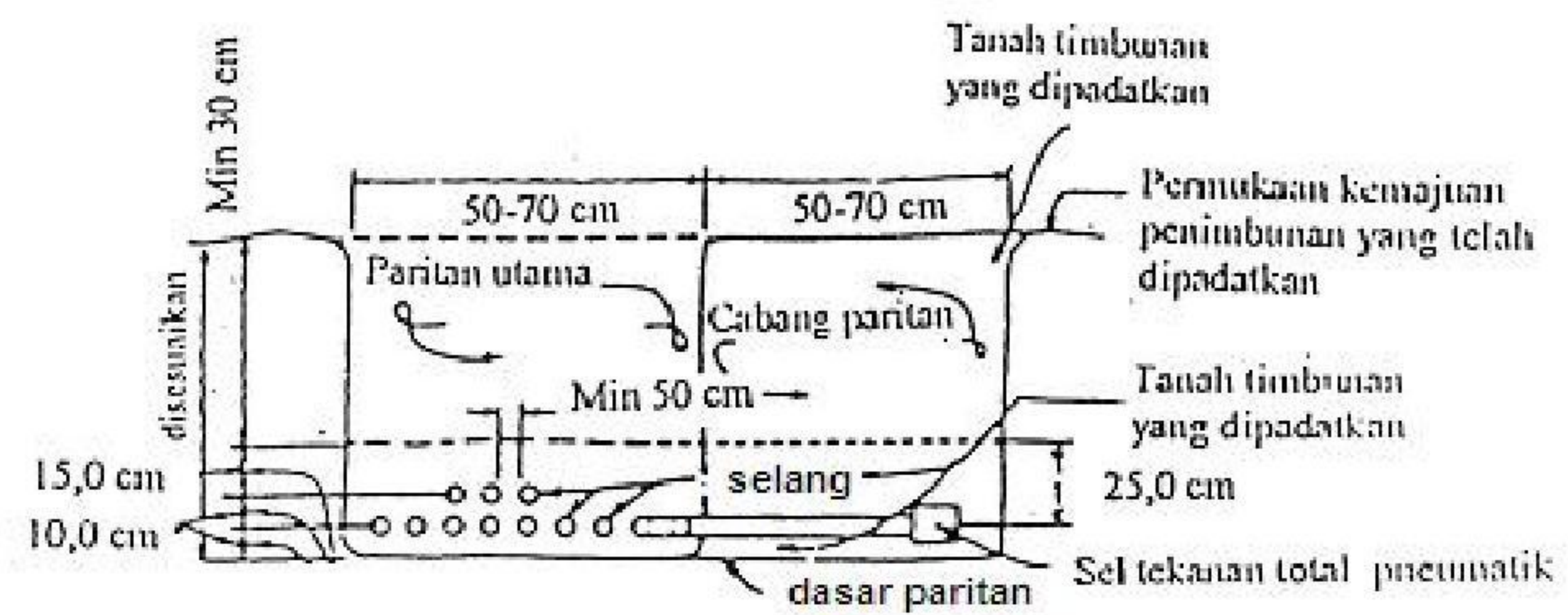


Gambar B.3 – Rangkaian alat baca dan panel terminal

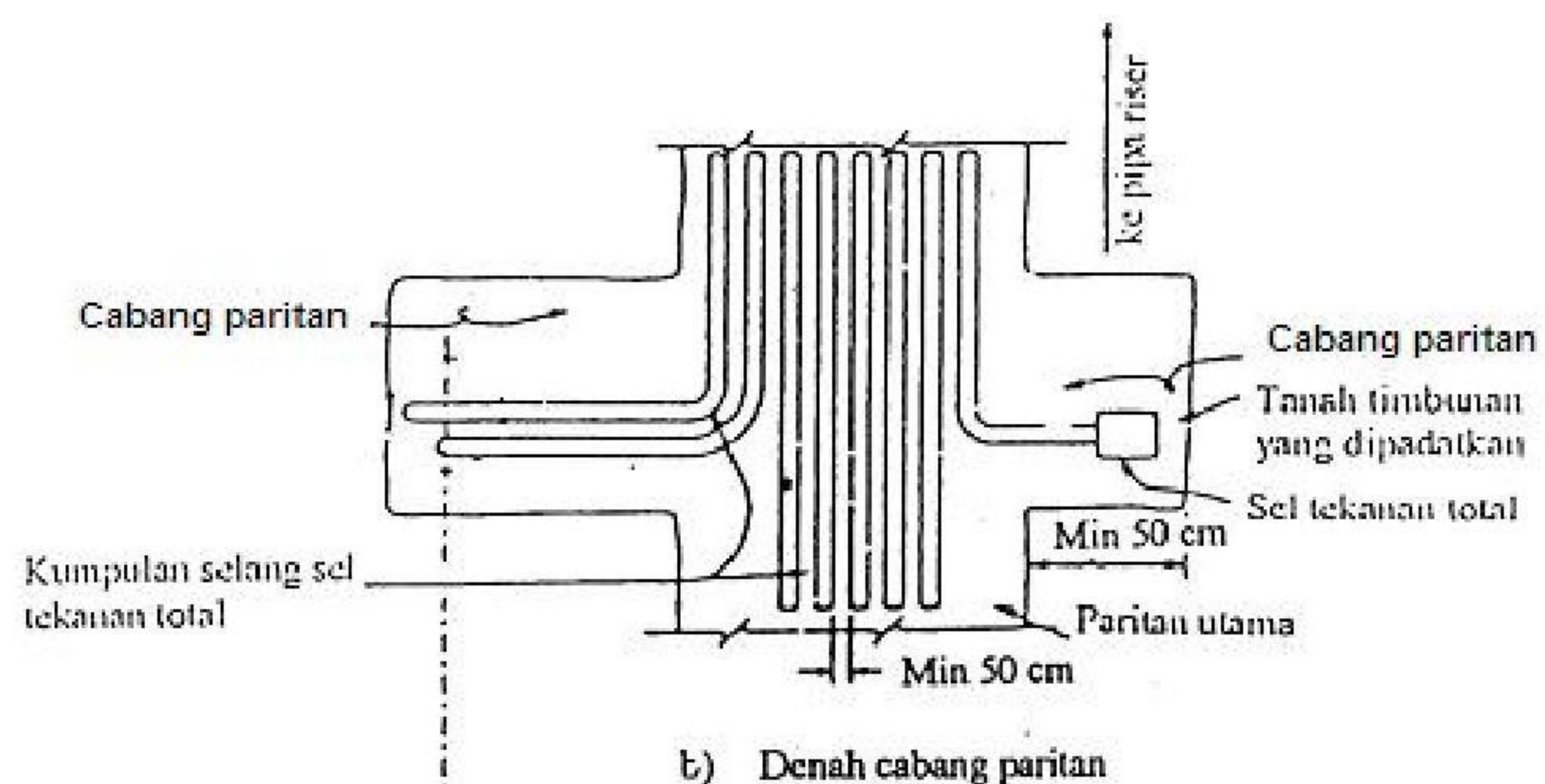




Gambar B.4 – Jenis posisi pemasangan pada 1 (satu) set sel tekanan total pneumatik pada timbunan



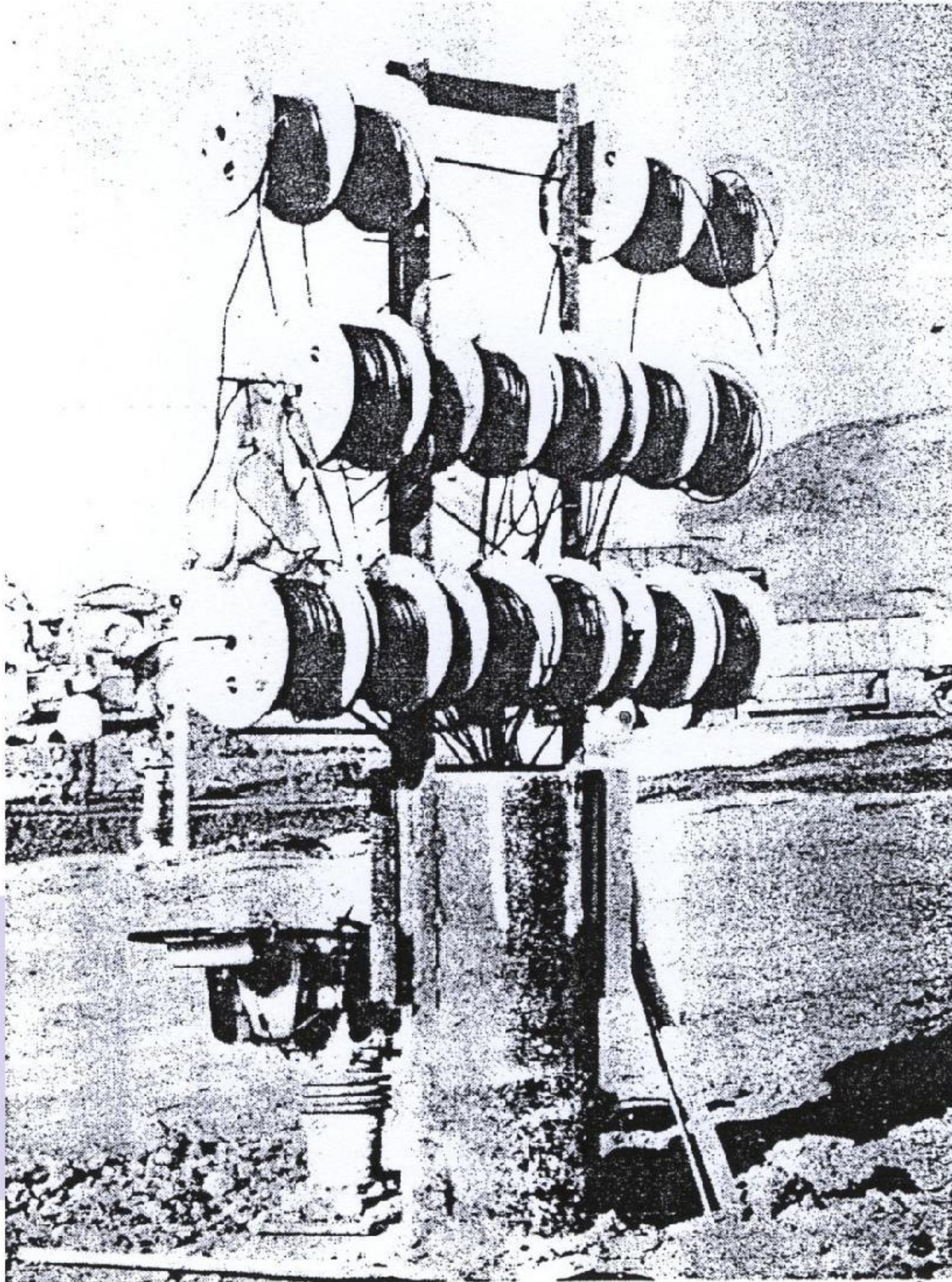
a) Pemasangan sel tekanan total pneumatik pada timbunan



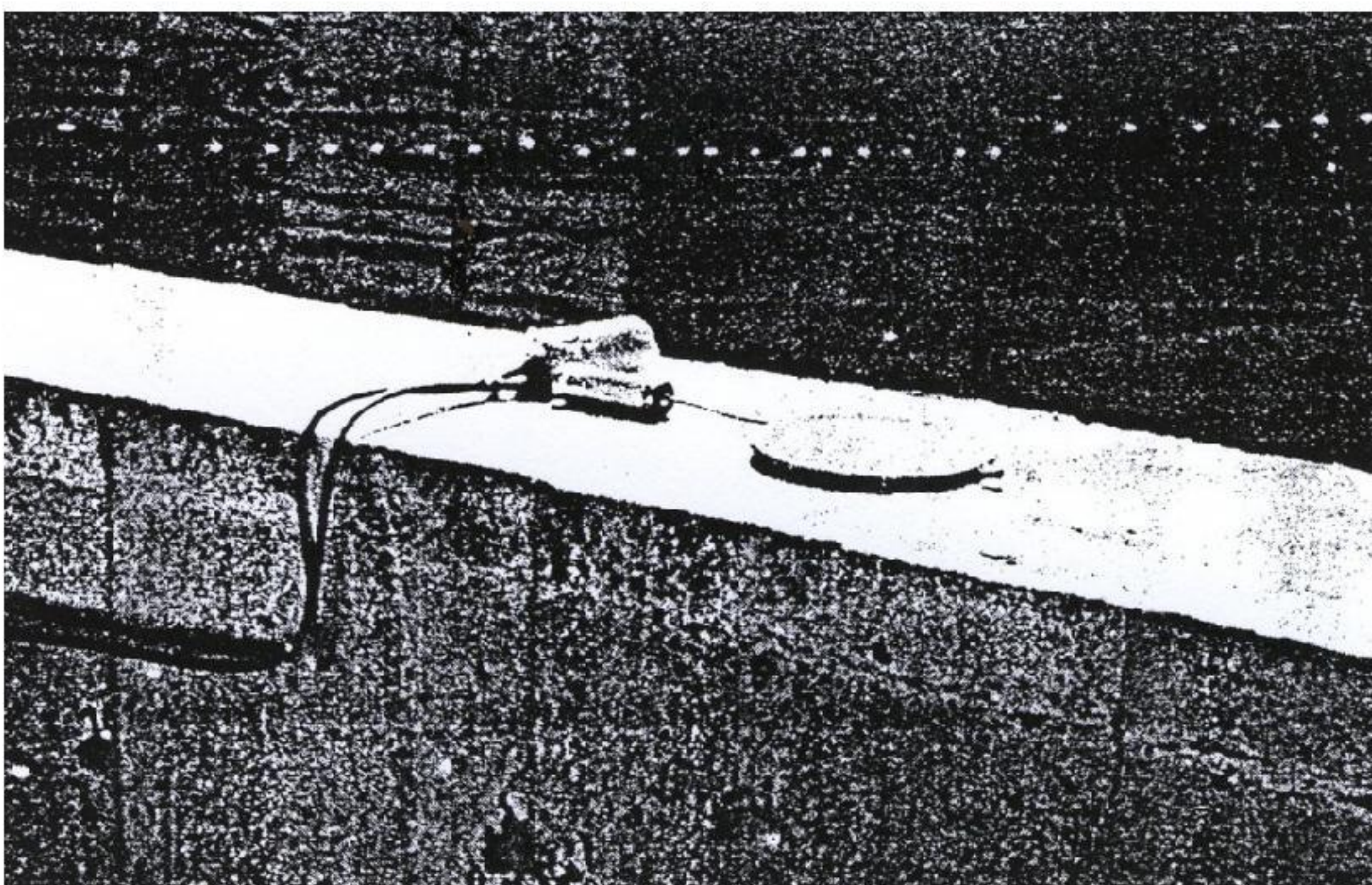
b) Denah cabang paritan

Gambar B.5 – Pemasangan selang sel tekanan total pneumatik pada paritan



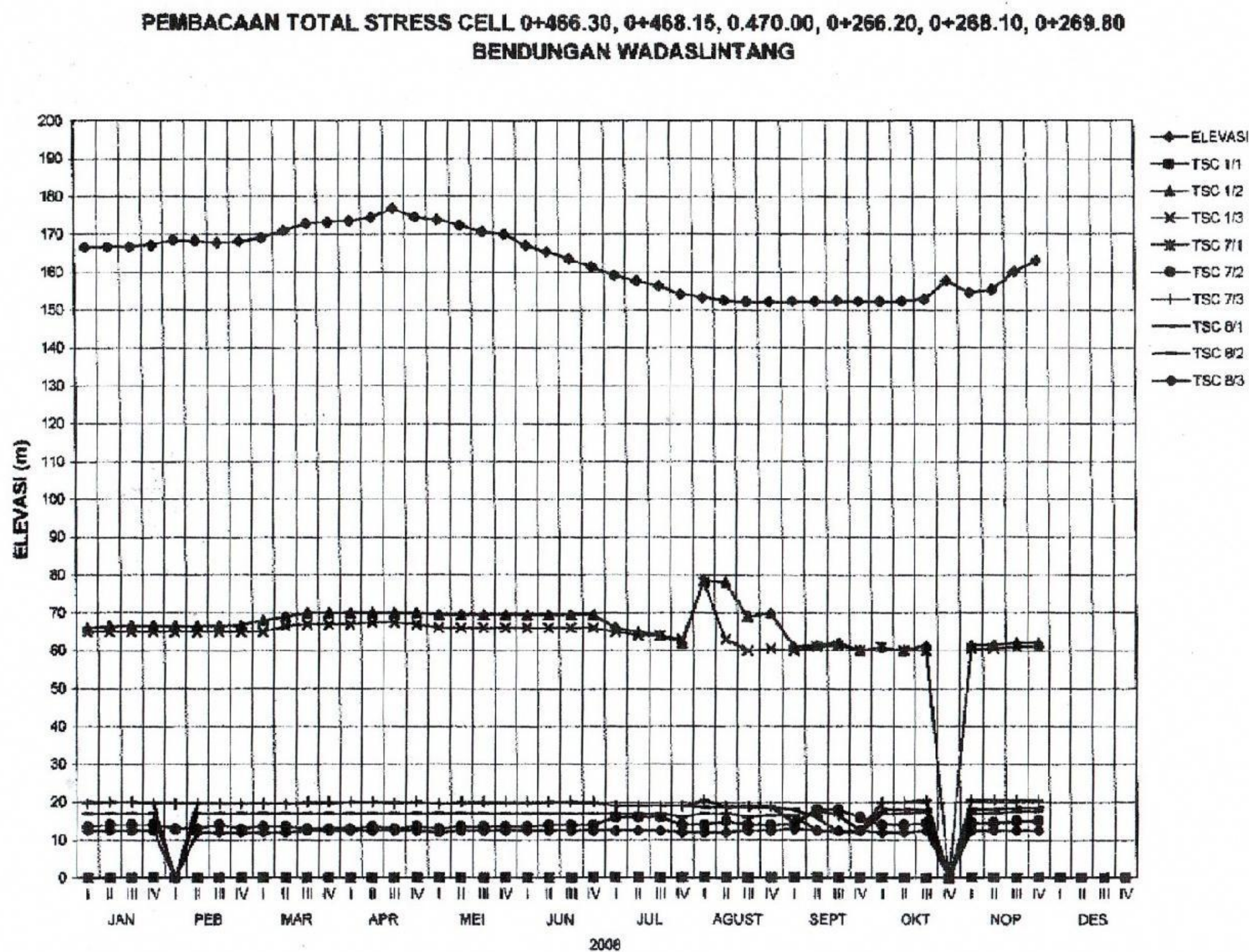


**Gambar B.6 – Pipa pengaman dan pengumpul yang digunakan pada pemasangan sel tekanan total pneumatik sesuai dengan kemajuan pemadatan**



**Gambar B.7 – Sel tekanan total pneumatik yang dipasang pada suatu permukaan konstruksi beton**





Gambar B.8 – Grafik hasil pembacaan



Tabel B.1 Contoh pengisian formulir pembacaan

Data pengamatan sel tekanan total pada pembacaan lapangan  
Bendungan Wadaslintang

No.	Sta.	Elevasi	Field Reading			
			Tgl : 5-11-08	Tgl : 5-11-08	Tgl : 5-11-08	Tgl : 5-11-08
			El. 154.56	El. 154.56	El. 154.56	El. 154.56
1	2	3	4	5	6	7
TSC 1/1	0+466,30	109,00	BC	BC		
TSC 1/2	0+468,15		61,5	61,5	62	62
TSC 1/3	0+470,00		60,5	60,5	61	61
TSC 2/1	0+466,20	135,50	x	x	x	x
TSC 2/2	0+468,10		x	x	x	x
TSC 2/3	0+469,80		x	x	x	x
TSC 3/1	0+467,20	160,50	x	x	x	x
TSC 3/2	0+469,10		x	x	x	x
TSC 3/3	0+470,80		x	x	x	x
TSC 4/1	0+466,20	175,00	x	x	x	x
TSC 4/2	0+468,10		x	x	x	x
TSC 4/3	0+469,80		x	x	x	x
TSC 5/1	0+586,20	145,00	x	x	x	x
TSC 5/2	0+588,10		x	x	x	x
TSC 5/3	0+589,80		x	x	x	x
TSC 6/1	0+586,20	160,50	x	-	-	-
TSC 6/2	0+588,10		-	-	-	-
TSC 6/3	0+589,80		-	-	-	-
TSC 7/1	0+266,20	160,50	x	x	x	x
TSC 7/2	0+268,10		14,5	14,5	15	15
TSC 7/3	0+269,80		20,5	20,5	20,5	20,5



TSC 8/1	0+266,20	}		18	18,5	18,5
TSC 8/2	0+268,10		175,00	17	17,5	17,5
TSC 8/3	0+269,80			12,5	12,5	12,5

Keterangan :  
Kode WS : Menurut Permen PU  
No.11A/PRT/M/2008

Wadaslintang, 30 Nopember 2008

Mengetahui:  
Pelaksana O & P Waduk

Pembantu Pengamat

TTD

TTD

Ir. Evi Aeria Damiana

Ratimin

Catatan :

x : tidak dilaksanakan pembacaan

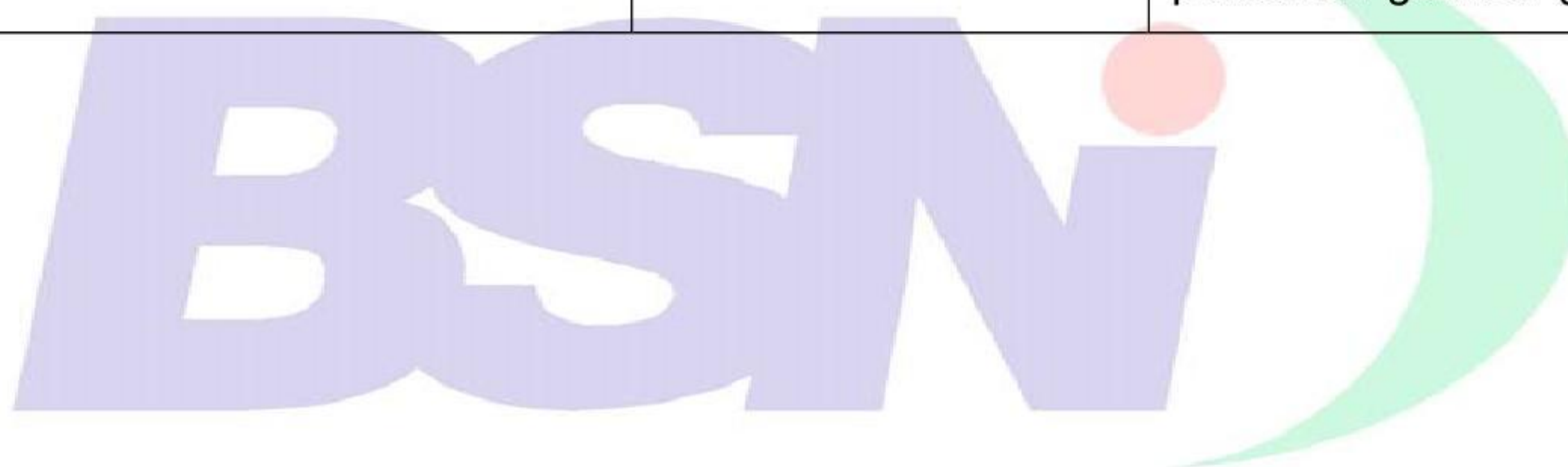




**Lampiran C**  
(informatif)

**Tabel daftar deviasi teknis dan penjelasannya**

No.	Materi	Sebelum	SNI 6374:2012
1.	Judul	Tata cara pemasangan dan pemantauan sel tekanan total pneumatik	Tata cara pemasangan dan pembacaan sel tekanan total pneumatik
2.	Format	Belum mengikuti format Pedoman BSN yaitu PSN 08:2007	Disesuaikan dengan format BSN yaitu PSN 08:2007
3.	Bagan alir	Belum ada	Dibuatkan bagan alir
4.	Gambar	Sudah ada	Penambahan dan perbaikan gambar-gambar





## Bibliografi

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, *Pedoman Operasi, Pemeliharaan dan Pengamatan Bendungan*, Bagian 3 : Sistem Instrumentasi dan Pemantauan, Maret 2003.

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, *Instrumentasi Tubuh Bendungan Tipe Urugan dan Tanggul*, 2004

*Institution Manual Total Pressure Cell*, Model 4800 E/c, Geokon Inc. 1982

SNI 03-6374-2000, *Tata cara pemasangan dan pemantauan sel tekanan total pneumatik*

Soil Instruments Limited, *Vibrating Wire Pressure Cell Manual*, 2007.

T.H. Hanna, *Field Instrumentation in Geotechnical Engineering*, Trans Tech Publication, 1985

United State Department of the Interior, Bureau of Reclamation, *Embankment Dam Instrumentation Manual*, A Water Resources Technical Publication, 1987

